

Docencia no presencial como alternativa a la clase magistral en los primeros cursos de ingeniería

B-learning as an alternative to lecturing for first semesters of engineering studies

Leonardo Fernández Jambrina

Resumen- La implantación de los nuevos grados en la Universidad Politécnica de Madrid ha supuesto la reducción del número de créditos destinados a las asignaturas básicas. En las titulaciones anteriores se dedicaban numerosas horas prácticas de matemáticas a la resolución de problemas en el aula por parte de los alumnos, con el apoyo de profesores y materiales. Estas tutorías colectivas tienen difícil encaje en nuestras nuevas titulaciones, dado que las asignaturas de matemáticas no sólo se han reducido en número de créditos, sino que también se ha reducido el número de horas presenciales de trabajo de los alumnos para facilitar su aprendizaje autónomo. Nuestro objetivo es, pues, conciliar una disminución de las horas presenciales con el aprendizaje autónomo, manteniendo las clases participativas de titulaciones anteriores. Para ello, hemos recurrido a nuestra experiencia previa de la enseñanza no presencial: los Cursos Masivos Online en Abierto (MOOC). En ellos, la clase magistral se desmenuza en vídeos y presentaciones cortas, de unos pocos minutos de duración, las llamadas *píldoras educativas*, al final de las cuales el alumno tiene que responder a unas pocas preguntas que muestren que ha captado las ideas que se desea transmitir.

Palabras clave: *EEES, clase magistral, tutoría, MOOC, píldoras educativas.*

Abstract- The introduction of new studies at the Universidad Politécnica de Madrid has brought a reduction of the number of credits of basic courses. In previous studies many hours were devoted to put the students to solve mathematical problems under the supervision of our academic staff. It is not easy to keep these successful sessions in the new studies, since courses on mathematics, not only have less credits, but also the number of hours of these credits destined to autonomous learning has increased. Our aim is then to balance the reduction of hours in class with encouragement of autonomous learning, but keeping the participative sessions we were used to have in former studies. With this goal in mind, we have resorted to our previous experience with Massive Online Open Courses (MOOC). In them the traditional lectures are cut to short videos and presentations, just a few minutes long, the so-called *educational pills*, at the end of which the student is requested to answer a few questions which may show that they have captured the ideas that were meant to convey.

Keywords: *European Higher Education Area, lecturing, office hours, MOOC, educational pills (short videos).*

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de las nuevas titulaciones para lograr la incorporación del sistema académico español al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha precisado el cambio de nuestra manera de ejercer la enseñanza universitaria, a la vez que ha proporcionado nuevas herramientas para tratar problemas de las antiguas titulaciones. En especial, pretendemos con esta comunicación introducir una experiencia piloto, que se llevará a cabo en el segundo semestre del curso 2013-2014 en el marco de un proyecto de innovación educativa, “Elaboración de materiales web audiovisuales para las asignaturas de primeros cursos de los grados de Arquitectura Naval e Ingeniería Marítima”. Más concretamente, nos ocuparemos del aprendizaje en la materia de matemática aplicada durante los primeros semestres de nuestros grados de ingeniería.

Para comenzar, detallaremos brevemente cómo ha evolucionado la enseñanza de la materia de matemática aplicada en nuestras titulaciones a lo largo de la última década, para posteriormente describir las dificultades a las que nos hemos tenido que enfrentar en el desarrollo de esta materia en las titulaciones que ahora se están extinguiendo, que se han manifestado a la vez en encuestas de evaluación del profesorado y en cuestionarios destinados a medir el esfuerzo de nuestros estudiantes (Acacio Rubio et al 2012) durante una experiencia desarrollada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid a lo largo del segundo semestre del curso 2011-2012.

2. CONTEXTO

En el curso 2003-2004 se implantó en nuestra universidad la titulación de Ingeniero Naval y Oceánico. A modo de resumen, mostramos en la Figura 1 la evolución del rendimiento académico de nuestro alumnado.

Como se puede constatar, las tasas de éxito eran anormalmente exigüas y son consecuencia de un modelo tradicional de enseñanza, centrado casi exclusivamente en la clase magistral, con un sistema de evaluación basado en exámenes parciales semestrales y en exámenes finales. Además, en dicha época la nota de corte de la titulación se situó en un 5.0 y el cupo de estudiantes previsto para la titulación se cubría con dificultad con alumnos que superaban la Prueba de Acceso a la Universidad en septiembre.

En los últimos cursos mejoraron en parte las tasas de éxito, aunque estaban lejos de ser satisfactorias. Esto se debe a la experiencia de introducción de la evaluación continua en esta materia, que fue documentada en (Cantón et al 2008) y (Cantón et al 2009).

Asignatura	03-4	04-5	05-6	06-7	07-8	08-9	09-0	10-1
Álg. Lineal	31.4	28.2	28.3	31.5	35.3	30.8	30.2	67.2
Cálc. Inf I	11.0	13.4	26.6	27.1	28.0	23.0	48.6	33.9
Álg. y Geo	17.4	29.1	26.7	28.3	16.4	20.6	34.3	63.1
Cálc Inf II	10.2	18.3	23.5	34.1	16.3	23.0	38.2	51.0
Mét. Mat. I	--	29.0	27.6	39.8	25.9	41.6	50.4	54.9
Mét. Mat. II	--	10.6	17.0	19.0	29.7	42.0	45.5	48.2

Figura 1. Tasas de alumnos aprobados sobre matriculados en la materia de matemática aplicada de la titulación Ingeniería Naval y Oceánica

En el caso concreto de la asignatura Métodos Matemáticos de la Ingeniería I (asignatura de 7,5 créditos en segundo curso de la titulación de Ingeniero Naval y Oceánico), poseemos más información, ya que fue objeto de una experiencia de innovación educativa (Cantón y Fernández-Jambrina 2009). Los datos se consignan en la Figura 2. En las cinco columnas aparecen: alumnos presentados a la evaluación continua sobre total de matriculados; alumnos que aprobaron la evaluación continua sobre el total de matriculados; alumnos que aprobaron la evaluación continua sobre el total de presentados; alumnos que aprobaron la evaluación continua y la asignatura sobre el total de aprobados de la asignatura; alumnos que aprobaron la evaluación continua y la asignatura sobre el total de aprobados de la evaluación continua.

Curso	Pres. EC/mat.	Aprob. EC/mat.	Aprob. EC/pres.	Aprob.EC MMI/MMI	Aprob.EC MMI/EC
2004-5	57%	21%	36%	60%	50%
2005-6	42%	27%	64%	70%	70%
2006-7	66%	42%	63%	85%	80%
2007-8	62%	28%	44%	87%	72%
2008-9	64%	42%	65%	83%	82%
2009-0	60%	40%	67%	75%	93%
2010-1	66%	47%	71%	83%	98%

Figura 2. Tasas de alumnos aprobados (aprob) en la asignatura Métodos Matemáticos de la Ingeniería I (MMI) sobre presentados (pres) y matriculados (mat) en relación con su participación en la evaluación continua (EC)

Se observa una importante mejoría de los resultados del alumnado, alcanzando casi el 100% de estudiantes aprobados si habían superado también la evaluación continua, lo cual demostraba que superar la evaluación continua prácticamente garantizaba el aprobado final en la asignatura. Esto es debido

a la introducción de un modelo de evaluación continua consistente en *tutorías colectivas*. Estas consistían en sesiones colectivas en un aula, en las cuales los estudiantes intentaban resolver problemas que los profesores planteábamos en ese mismo momento, permitiendo la consulta de materiales docentes y a los propios profesores, con la sola excepción de que no se permitía normalmente trabajar en equipo o consultar a otros estudiantes. En lugar de dividir a los alumnos en pequeños grupos, se facilitaba la labor tutorial con la presencia de varios profesores de la asignatura en el aula, lo que a efectos prácticos suponía que un profesor tutelaba a veinte alumnos. Al final de la tutoría colectiva se recogían los ejercicios resueltos y se corregían y evaluaban, con una periodicidad quincenal, y constituían el 40% de la nota final.

Más que el porcentaje, lo que nos interesaba a los profesores era la certeza de que los alumnos habían intentado realizar al menos un número mínimo de ejercicios y que las dudas que les pudieran sobrevenir pudieran ser resueltas en el acto por personas expertas en la materia.

Durante el curso 2010-2011 se introdujeron en la Universidad Politécnica de Madrid las nuevas titulaciones en Ingeniería Marítima y Arquitectura Naval. En nuestra universidad los alumnos de los nuevos grados están adscritos por defecto a la opción de evaluación continua y tienen un plazo de tres semanas al comienzo de cada semestre para cambiar a la opción de evaluación por examen final, si así lo desean, opción concebida mayormente para alumnos a tiempo parcial, que compaginen trabajo y estudios, y alumnos repetidores. Esta apuesta se manifiesta en la mejora desde el inicio en las tasas de éxito de los estudiantes (Figura 3), comparadas con las de la anterior titulación.

Asignatura	2010-1	2011-2
Álg. Lin. y Geometría	43.9	51.8
Cálculo I	50.9	35.0
Cálculo II	39.3	52.3
Cálculo III	--	85.7

Figura 3. Tasas de alumnos aprobados sobre matriculados en las asignaturas de matemática aplicada del grado Ingeniería Marítima

La asignatura que es continuación natural de Métodos Matemáticos de la Ingeniería I en las nuevas titulaciones en Ingeniería Marítima y Arquitectura Naval es la denominada Cálculo III, que abarca las competencias correspondientes a ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Se trata de una asignatura de 6 ECTS (European Credit Transfer System) dentro del Módulo Básico en el tercer semestre de ambas titulaciones.

La evaluación continua en la materia de matemática aplicada se ha desarrollado en la mayoría de las asignaturas en la forma de pruebas parciales periódicas, que en conjunto proporcionaban un porcentaje alto, en algunos casos el total, de la nota final de la asignatura. En la asignatura Cálculo III, que es nuestra referencia, la evaluación continua podía proporcionar, en el caso de ser superada, el aprobado por curso, sin obligación de presentarse al examen final ordinario de enero, lo que es bien acogido por los alumnos, ya que

dichos exámenes tienen lugar a la vuelta de las vacaciones de Navidad. La eficiencia de este modelo de evaluación se pone de manifiesto en las estadísticas por convocatorias (97% de aprobados en la convocatoria ordinaria de enero frente a un 3% del total de aprobados en la convocatoria extraordinaria sobre el total de aprobados). Los resultados son más llamativos si desglosamos el rendimiento del alumnado según el número de asignaturas de la materia de matemática aplicada de primer y segundo semestre (tres, dos, una o ninguna) que tienen aprobadas al inicio de la asignatura (Figura 4), lo que nos sirve de dato para cuestionar la permisividad del sistema, que no ve inconveniente en que estudiantes que no han demostrado haber adquirido las competencias previas necesarias puedan matricularse de esta asignatura, abocándolos en muchos casos al fracaso.

Pese a que las tasas de éxito sean bastante mejores que las que obtenían en el anterior plan de estudios, parece aconsejable una actuación más profunda y decidida que la simple realización de una evaluación continua consistente en pruebas parciales periódicas.

Curso \ Asig. Apr	3	2	1	0
2011-2	91%	50%	0%	0%
2012-3	76%	53%	50%	0%

Figura 4. Porcentajes de alumnos aprobados sobre matriculados en la asignatura Cálculo III en relación con el número de asignaturas aprobadas previamente del área de matemática aplicada

3. DESCRIPCIÓN

Algunas de las dificultades encontradas en la enseñanza de las asignaturas de la materia de matemática aplicada en nuestros nuevos grados se pueden achacar al contexto y a la normativa universitaria propia y son, por tanto, difícilmente subsanables. En esta categoría podemos consignar:

-El bajo nivel medio de matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso en la Universidad Politécnica de Madrid. Esto se pone de manifiesto de nuevo a nivel de universidad en las pruebas de nivelación que curso tras curso realiza nuestro Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), como se recoge en nuestra serie de Informes Demanda (Universidad Politécnica de Madrid 2010). En la prueba de 2009-2010, por ejemplo, la media de nuestros estudiantes en matemáticas era de 4,25 y sólo se alcanzaba el aprobado, 5,0, en las antiguas titulaciones de ciclo largo, descendiendo al 3,33 en las de ciclo corto.

Esto supone que, en media, pese a estar admitidos, sus competencias en la materia no son las adecuadas para titulaciones técnicas, tal como ellos mismos reconocen (UPM 2010), ya que un 80% de los encuestados sugieren que es necesario un refuerzo en esta materia, a pesar de que un 84,2% de los encuestados muestran mucho o bastante interés por la materia, por encima de todas las demás (física, tecnología, idiomas, informática, dibujo técnico) (UPM 2012).

Esto es especialmente pertinente en grados que no constan entre los más demandados por el alumnado de nuevo ingreso.

Se trata de compensar esta carencia con los denominados “cursos cero” de actualización de competencias de las materias de matemáticas y física y, dada la dificultad que supone impartir estos cursos cuando las clases comienzan la primera semana de septiembre, cursos online en abierto (UPM 2013). Sin embargo, es patente que, hasta la sustitución de la PAU por una reválida y las hipotéticas pruebas específicas de acceso a cada universidad, no se podrá incidir en esta cuestión.

-La carencia de facto de impedimentos a la matrícula de asignaturas para las que no se ha demostrado haber adquirido las competencias previas necesarias. Tal como consigna la Figura 4, es posible cursar Cálculo III en el tercer semestre sin haber aprobado alguna o todas las asignaturas de matemática aplicada de los dos primeros semestres.

-La falta de madurez del alumnado de nuevo ingreso: un estudio desarrollado por nuestro departamento (González 2008) mostraba que nuestros estudiantes admiten la dificultad de las titulaciones de ingeniería, aunque dedican al trabajo en ellas menos de diez horas a la semana y sólo “en tanto en cuanto son compatibles con el resto de sus actividades”, puesto que no estiman que puedan ser más importantes que ellas. Por dicha encuesta conocemos que tan sólo un 40% considera que su formación está por encima de otras actividades en su escala de prioridades.

En un trabajo más próximo, y extenso (Acacio Rubio et al 2012), en el que se buscaba medir el trabajo de los estudiantes en las asignaturas de primeros semestres a través de una toma de datos semanal o quincenal en clase, resultaba patente que asignar 25 o 27 horas de trabajo del estudiante medio por cada ECTS, tal como se supone en nuestra universidad, no se compadece con la realidad.

Se ha de reconocer también que no es realista un semestre de 30 ECTS de quince semanas, como es el caso de nuestra universidad, puesto que supone como mínimo en torno a 50 horas semanales de trabajo del estudiante medio. Este es un aspecto que los estudiantes reflejan por sistema en las encuestas semestrales de evaluación del profesorado, realizadas por nuestra universidad dentro del programa DOCENTIA de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

No obstante, constatamos otra serie de dificultades sobre las que es factible, a priori, incidir por parte de nuestro personal docente:

-El aprendizaje autónomo del estudiante: es patente que no se trata de una dificultad en sí misma, sino todo lo contrario. Sin embargo, la forma de emprender el aprendizaje por parte del estudiante no le permite en muchos casos tener éxito. La experiencia en nuestros primeros semestres de grados en ingeniería muestra que nuestros estudiantes encuentran poco útil la bibliografía recomendada (lo que se pone de manifiesto en una pregunta de las encuestas de evaluación del profesorado) y que suelen preparar pruebas más que tratar de aprender, usando colecciones de pruebas resueltas de años anteriores como material de estudio.

Según las citadas encuestas de evaluación del profesorado, hallan poca utilidad a las tutorías o tienden a no hacer uso de ellas, si no son incentivadas por el profesorado. En cambio,

prefieren trabajar en grupo, con estudiantes con parecidas carencias formativas a las suyas y materiales poco adecuados, lo que estimula la propagación de errores. También acostumbran a acudir a academias de formación en ingeniería, lo que incrementa la valoración de la superación de pruebas frente al aprendizaje. Incluso en asignaturas no presenciales, desarrolladas por medio de plataformas *online* como Moodle, comprobamos que muchos estudiantes acostumbran a dejar de responder algunas preguntas en vez de intentar buscar el apoyo del profesorado.

Observamos que esta manera de abordar el aprendizaje autónomo, con su búsqueda de atajos, más orientados a la evaluación que a adquirir competencias, incrementa enormemente el trabajo autónomo o en grupo del alumno, puesto que trata de reconstruir, sin ser consciente de ello, un cuerpo de doctrina consolidado desde hace décadas, intentando intuirlo, que no inferirlo o deducirlo, a partir de una colección incompleta de casos particulares, los que se publican en las pruebas, con malos resultados en muchas ocasiones.

-La disminución de las horas presenciales de la materia de matemática aplicada: con la idea de fomentar el aprendizaje autónomo de los estudiantes, se ha acometido la reducción de la duración de la jornada lectiva y de las asignaturas. En nuestro caso, debido a que ya dedicábamos bastantes horas a nuestras tutorías colectivas, esta reducción ha resultado más perjudicial. No porque fuera nuestra intención impartir temarios extensos, sino porque el trabajo presencial del estudiante en las aulas se limita a 10 horas por cada ECTS, dando por sentado que las horas restantes hasta completar las 25 o 27 las ocupa con el trabajo individual o en equipo, lo que nuestras encuestas revelan poco contrastado con la realidad (Acacio Rubio et al 2012). Como curiosidad, los estudiantes de la primera cohorte de los nuevos grados nos reclamaban al personal docente mayor atención que la que se consignaba en nuestras guías de aprendizaje. En la situación presente de dismunición de plantillas no es factible incrementar las horas presenciales, aunque sea para tutorías colectivas.

-La carencia de hábitos regulares de trabajo: la introducción de la evaluación continua en nuestras titulaciones se topó con una notable contestación por parte de los estudiantes, que sentían que se veían abocados a modificar sus rutinas de trabajo, aunque fueran conscientes de que les conducían en gran medida al fracaso. Esta contestación se reflejaba abiertamente en los resultados de las encuestas de evaluación del profesorado.

Con el tiempo, hemos alcanzado el otro extremo, ya que en la actualidad son los alumnos quienes reclaman la evaluación continua, aunque más bien como manera de conseguir que la evaluación sea más fragmentaria, ya que nuestro estudio de seguimiento de su esfuerzo (Acacio Rubio et al 2012) refleja que esto no supone que los estudiantes hayan asumido la costumbre de trabajar con regularidad, excepto en la proximidad de las pruebas de evaluación. Como manifiesta el profesor Guillermo Cisneros, de la ETSI Telecomunicaciones, no estamos en realidad implantando una evaluación continua, sino más bien una evaluación discreta de frecuencia continua. Es decir, lo que estamos haciendo es evaluar más a menudo

las competencias de los estudiantes, los cuales se acomodan en la medida que pueden a la pauta marcada por las asignaturas, destinando más tiempo a aquellas en las que van consiguiendo mejores resultados y descartando para las pruebas finales las restantes.

-El desinterés de los alumnos, y parte del personal docente, de ingeniería por las materias básicas: aunque esta afirmación se compadece mal con el interés mostrado por los estudiantes en los Informes Demanda (UPM 2012), las ciencias, en especial las matemáticas, se consideran muchas veces más como un impedimento que como una herramienta indispensable para progresar en las titulaciones de ingeniería, independientemente de que los docentes de matemática aplicada seamos conscientes de que estamos formando ingenieros, no científicos. Asimismo el prestigio y las salidas profesionales de las titulaciones de ingeniería motiva que estudiantes con escasas competencias científicas, tal como se refleja en los Informes Demanda (UPM 2010), opten por estudiar este tipo de enseñanzas.

-La clase magistral: en el marco de las nuevas titulaciones adaptadas al EEES, la manera tradicional de impartición de docencia o conferencias, en las cuales un docente transmitir, como mayor o menor fortuna, sus conocimientos o experiencias a los discentes, no cuenta con muchos defensores. Ya el simple hecho de denotar como *magistral* aquello que de siempre se ha denominado clase o conferencia deja entrever un juicio de valor, mayormente peyorativo o irónico. No obstante, no hemos de desdeñar que buena parte de la ciencia en el mundo occidental en los últimos 2500 años se ha transmitido oralmente, desde los tiempos de las academias de los griegos. Todavía en la actualidad la mayoría de los científicos solemos preferir escuchar un seminario o una conferencia en vez de ceñirnos a leer un libro o un artículo científico, sin que por ello nadie propugne la extinción de congresos y ciclos de seminarios, ni tildarlos de *magistrales*, ni poner en cuestión que algunos conferenciantes o comunicadores puedan no estar a la altura.

Por ello, aun sin tratar de dismunuir la validez de la comunicación oral y directa del conocimiento, como docentes debemos reconocer que el modelo docente basado en cuatro horas de clase presenciales semanales durante quince semanas muestra muchos problemas.

El primero está ligado a los anteriormente reseñados. Si el estudiante no mantiene hábitos de trabajo regulares, la clase presencial, con sus horarios rígidos, es un contrasentido, puesto que el estudiante no encontrará ningún provecho en la labor del docente, incluso en el caso hipotético de que se trate de un buen comunicador. El trabajo del estudiante durante la clase en dichas condiciones se restringe pues a una mera transcripción lo más ajustada posible de unos apuntes, con la esperanza de que puedan serle útiles posteriormente, en el momento en el que, motivado por la proximidad de una prueba, se vea necesitado de tratar de comprenderlos. Cuando no prescinde abiertamente de la asistencia a clase, porque la asistencia a academias le roba tiempo para ello. Es en este entorno en el que podemos corroborar que la clase presencial,

magistral o no, puede considerarse un tiempo para el que buena parte de los discentes encuentran poca utilidad.

4. RESULTADOS

Dado que el aprendizaje autónomo presenta algunas dificultades y la metodología tradicional no resulta efectiva, ¿qué otras opciones tenemos? El b-learning o aprendizaje mixto tiene una alta consideración en nuestra universidad, que fue pionera en España en la iniciativa OCW (OpenCourseWare), hasta el extremo de que nuestros estudiantes actuales reclaman al personal docente que ponga a su disposición numerosos recursos en la plataforma *online* Moodle o en OCW (OpenCourseWare). Esta posibilidad de disponer de amplios recursos docentes, tanto propios como ajenos, ha sido valorada por los estudiantes en gran medida en las encuestas de evaluación del profesorado. No obstante, la mera disponibilidad pasiva de recursos docentes, más allá de las habituales bibliotecas, no motiva necesariamente el trabajo autónomo de nuestros estudiantes, como queda manifiesto en nuestros estudios.

Una opción que está adquiriendo fuerza, aunque pudiera tratarse de una moda transitoria, son los Cursos Online Masivos en Abierto (COMA, también conocidos como MOOC, por sus siglas en inglés) (Cornier y Alexander 2008). La plataforma MiriadaX (MiriadaX 2013), patrocinada por Universia, Telefónica Services y el CSEV, ha concluido esta primavera la primera edición de sus cursos con notable éxito de participación e impacto mediático, con la inscripción de decenas de miles de alumnos de países de lengua hispana y portuguesa. Nuestra universidad ha participado en esta primera edición con dos propuestas, una de ellas un curso coordinado e impartido por el autor de esta comunicación (Fernández-Jambrina 2013).

Como parece obvio, no podemos extrapolar la experiencia de unos cursos masivos, con un número de participantes superior al millar, en los que la intervención de los equipos docentes ha de ser forzosamente limitada, derivando buena parte de su responsabilidad hacia el aprendizaje autónomo, el trabajo en grupo, también en tareas de evaluación (actividades que se evalúan de manera automática o son evaluadas entre pares (peer review)). Sin duda, tampoco las tasas de éxito (en torno a un 10 o un 15% de los participantes en buena parte de los casos) (Hill 2013) son las esperables para nuestra actividad docente presencial. Pero hay que tener en cuenta igualmente que en los MOOC hay elementos que son efectivos para algunas personas y que el autoaprendizaje no tiene por qué ser forzosamente una utopía en materias con cierto nivel de abstracción como son las matemáticas.

En ello fundamentamos, por tanto, nuestra experiencia piloto para el curso 2013-2014 con la asignatura Cálculo III: tratar de extraer de la experiencia de los MOOC los elementos que estimamos que pueden resultar aprovechables.

Dado que la dificultad más seria con la que tropezamos en nuestra actividad docente presencial es la resistencia de los estudiantes a asumir la rutina de aprendizaje por medio de cursos de quince semanas, con cuatro horas de clase en el aula y otras tantas al menos de trabajo individual o en grupo fuera

del aula, ¿por qué no permitir que los estudiantes sigan su propio ritmo? La experiencia tanto con Moodle como con MiriadaX es que los estudiantes pueden recurrir a estas plataformas a las horas más intempestivas, lo que no tiene por qué coincidir obviamente con el horario de la asignatura.

No se trata, no obstante, de volcar en materiales audiovisuales nuestras clases presenciales de cincuenta minutos, aunque ello forme parte de la propuesta. Lo que nosotros pretendemos para el próximo semestre es organizar los contenidos de nuestras clases en vídeos cortos, *píldoras educativas* en el argot, de unos pocos minutos de duración, que desarrollen una idea, un razonamiento, un ejemplo o un ejercicio en la forma más autocontenida posible y con referencias claras a otras píldoras o a enlaces donde puedan profundizar. Para evitar que el procedimiento sea meramente pasivo o que el estudiante, como sucede actualmente con las clases presenciales, sienta equivocadamente que ha realizado su trabajo con el visionado de las píldoras, el autoaprendizaje será reforzado con breves cuestionarios de autoevaluación que permitan al estudiante comprobar si ha asimilado adecuadamente la información contenida en la píldora tras haberla visionado. Estos cuestionarios no serán evaluables, para evitar valorar el resultado sobre el aprendizaje.

La experiencia docente se realizará en la plataforma de Tele-Enseñanza Moodle, que es por la que ha apostado nuestra universidad. Dado que no se pretende sustituir las clases prácticas, se subirán a la plataforma alrededor de 75 píldoras educativas que condensen las 30 horas teóricas presenciales que tiene la asignatura. Esta estimación está basada en nuestra experiencia previa (Fernández-Jambrina 2013), ya que fueron necesarias 30 píldoras para el equivalente a doce horas de clase expositiva. Desglosamos a modo de ejemplo la distribución de las primeras “clases” de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias:

- Vídeo de presentación y resumen de la guía docente.
- Vídeo sobre terminología de las ecuaciones diferenciales.
- Cuestionario para escoger si una ecuación es lineal, autónoma, cuasilineal...
- Vídeo sobre el concepto de solución de una ecuación.
- Cuestionario para escoger si una función es solución de una ecuación y si puede ser solución general.
- 3 Vídeos sobre ecuaciones separables y ecuaciones reducibles a separables + 3 vídeos de ejemplos de resolución.
- Cuestionario para escoger qué tipo de ecuación es una que se plantea.
- 3 Vídeos sobre ecuaciones lineales, Bernoulli y Ricatti + 3 vídeos de ejemplos de resolución.
- Cuestionario para escoger qué tipo de ecuación es una que se plantea.
- Vídeo sobre resolución de ecuaciones exactas + vídeo con ejemplo.
- Cuestionario en que se plantean varias ecuaciones para escoger si pertenecen a algún tipo resoluble conocido.
- Vídeo enunciativo del teorema de existencia y unicidad de soluciones de problemas de valores iniciales.
- Cuestionario para escoger valores iniciales para los que un problema para una ecuación tiene solución única.

Los cuestionarios forzarán al alumno a intentarlos hasta introducir la respuesta correcta, al estilo de los MOOC.

En la guía de la asignatura se indicará una planificación temporal, paralela a la tradicional clase expositiva, conveniente para el seguimiento de las clases prácticas, independientemente de que el alumno sea libre para seguirla.

Las clases prácticas se dividirán en diez minutos de exposición y aclaración de las dudas suscitadas por las píldoras, seguidos de trabajo individual o en grupo en torno a ejercicios relacionados con ellas. Varios profesores supervisarán y atenderán a los alumnos en grupos de 20, en lo posible. Salvo en pruebas evaluables, los ejercicios se recogerán, pero no se corregirán, salvo para aquellos alumnos que lo soliciten en tutorías individuales. Con ello se pretende evitar una sobrecarga de trabajo. La sesión terminará con la realización por parte del profesor de los ejercicios planteados.

¿Qué pensamos obtener con este planteamiento? Varias cosas:

- Asegurar que los estudiantes tengan a su disposición la información que tienen accesible en las clases tradicionales en el momento en el que ellos lo deseen, dispongan de tiempo o se encuentren en condiciones de asimilarla. Esperamos con ello que el estudiante sea más autónomo e independiente, al margen incluso del rígido horario lectivo. Esto debería ser especialmente útil para los alumnos a tiempo parcial, como los que realizan otro tipo de actividades (profesionales, deportivas, otros estudios...) independientemente de que estén o no adscritos al sistema de evaluación continua.

- Bloquear la transmisión de ideas erróneas en el aprendizaje en grupo.

- Destinar parte de las actividades docentes presenciales al trabajo tutelado en el aula, de modo que las dudas que afloran tras el visionado de los videos puedan ser consultadas con personal cualificado en lugar de con compañeros con iguales conocimientos. De esta manera en las clases presenciales se podrán sugerir las píldoras educativas y ejercicios que se estimen más convenientes para las sesiones posteriores.

- Devolver el carácter voluntario a la asistencia a las clases presenciales, idea que se pone en cuestión en muchos centros universitarios a raíz de la implantación de los nuevos grados.

- Poner en valor las tutorías individuales, al haber dado pie a que afloran dudas y preguntas.

- Orientar al estudiante para que pueda acceder a otras fuentes, una vez sentadas las bases del conocimiento.

¿Por qué planteamos esta experiencia con una asignatura de tercer semestre? En su primer año los estudiantes pueden tener en común por lo menos las competencias exigidas para superar la PAU en matemáticas, aunque nuestras pruebas propias no permitan afirmarlo con rotundidad (UPM 2010). Sin embargo, al segundo año, donde los estudiantes comienzan a dispersarse en función de sus resultados de los dos primeros semestres, aquellos pueden llegar con muy distinto bagaje de asignaturas pendientes, con horarios difícilmente compatibles, e incluso pertenecientes a distintas cohortes. Esta variedad de situaciones personales parece motivar que el estudiante pueda requerir una mayor flexibilidad que en primer año para poder adaptar su propia agenda de aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

Con esta comunicación se sugiere como metodología docente para asignaturas de la materia de matemática aplicada en grados de ingeniería un sistema mixto de aprendizaje no presencial basado en píldoras educativas (videos cortos y cuestionarios que refuercen la asimilación de los contenidos) y complementado con tutorías colectivas en horario lectivo, en las que los estudiantes puedan desarrollar sus competencias con el apoyo de personal cualificado. De esta forma se pretende proporcionar una mayor libertad al estudiante para que confeccione su propia agenda académica, excepto en las pruebas presenciales y poder ofrecerle una fuente de conocimiento contrastada y optimizada para la materia, de modo que le capacite para superar la inercia de unos malos hábitos de un aprendizaje autónomo mal orientado y poder profundizar en el conocimiento sobre unas bases más sólidas.

Este planteamiento no tiene por qué ser necesariamente más costoso o menos sostenible que el previo, salvo por el tiempo dedicado a la confección de los materiales, ya que permite detraer profesorado de clases expositivas hacia clases prácticas con menos alumnos o tutorías colectivas.

Esta iniciativa docente se llevará a la práctica durante el primer semestre del curso 2013-2014, por lo que esperamos poder comunicar resultados contrastados dentro de un año.

REFERENCIAS

- Acacio Rubio, J.A. *et al* (2012). Monitorización y seguimiento del esfuerzo realizado por los estudiantes y de su asistencia a actividades presenciales. En *XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas XX CUIEET*, Las Palmas de Gran Canaria.
- Cantón, A. (2008). Adaptación de las asignaturas básicas de primer curso de la ETSI Navales de la UPM: Primeras experiencias. *II Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea INECE'08*, Madrid.
- Cantón, A. *et al* (2009). Adaptación de las asignaturas básicas de primer curso de la ETSI Navales de la UPM: Actividades 2008-2009, *III Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea INECE'09*, Madrid.
- Cantón, A. y Fernández-Jambrina L. (2009). De la clase magistral a la evaluación continua. *III Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea INECE'09*, Madrid.
- Cornier D. y Alexander B. (2008). Connectivism and connective knowledge. Open Education Partnership.
- Fernández-Jambrina, L. (2013). *Diseño Geométrico Asistido por Ordenador*. http://www.miriadax.net/web/diseño_geométrico
- González, L. (2008) El alumno de primer curso: esa paradoja de la libertad. *II Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea INECE'08*, Madrid. (2008).
- Hill P. (2013) *The most thorough summary (to date) of MOOC completion rates*. <http://mfeldstein.com>.
- MiriadaX (2013). <http://www.miriadax.net>
- Universidad Politécnica de Madrid, Observatorio Académico del Vicerrectorado de Ordenación Académica y Planificación Estratégica (2010). *Informe Demanda 2009-2010*.
- Universidad Politécnica de Madrid, Observatorio Académico del Vicerrectorado de Ordenación Académica y Planificación Estratégica (2012). *Informe Demanda 2011-2012*.
- Universidad Politécnica de Madrid, OpenCourseWare (2013). *Apoyo para la preparación de los estudios de ingeniería y arquitectura*. <http://ocw.upm.es/>